Łukasz OGRYZEK
Politechnika Śląska w Gliwicach, Polska

Systemy ekspertowe wykorzystywane jako inteligentne platformy e-learningowe – etapy uczenia

Wiedzę wciąż trzeba pogłębiać.
Niewiedza pogłębia się sama.

Lesław Nawara

Wprowadzenie

W drugiej połowie XX wieku rozpoczął się burzliwy rozwój nauki i techniki, a powstające wówczas nowe technologie ułatwiające pracę i życie zaczęto powszechnie stosować. W bardzo wielu przypadkach rozwój danej technologii intensyfikował badania nad innymi często odmiennymi dziedzinami techniki. Jedną z szeroko obecnie stosowanych dyscyplin naukowych jest silnie rozwijana gałąź informatyki – sztuczna inteligencja (*Artificial Intelligence – AI*). Zajmuje się ona konstruowaniem maszyn i algorytmów, których działanie posiada cechy inteligencji czyli zdolność podejmowania skomplikowanych decyzji, rozumowania abstrakcyjnego, uczenia się, analizy i syntezy języków naturalnych, dowodzenia twierdzeń itp.

1. Systemy ekspertowe – elementy uczącej się „maszyny"

System ekspertowy (SE) nazywany też eksperckim jest programem komputerowym przeznaczonym do rozwiązywania problemów z określonej dziedziny, który na podstawie informacji zgromadzonych w module „baza wiedzy" potrafi wnioskować i podejmować decyzje.

System ekspertowy pod względem budowy można podzielić na następujące moduły:

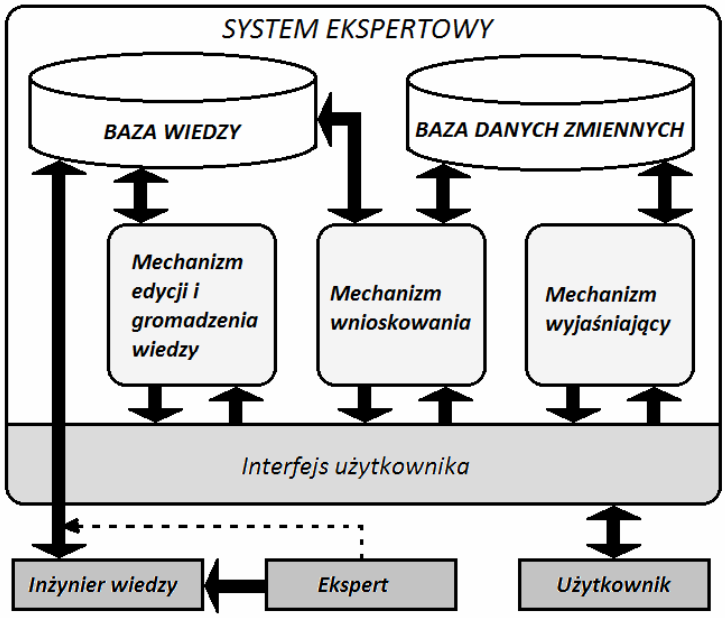
a) **Szkielet systemu** – w skład którego wchodzą:

- **Interfejs użytkownika** – umożliwia interakcją użytkownika z systemem. Komunikacja ta głównie sprowadza się do udzielania wymaganych informacji, zadawania pytań oraz odbierania wyjaśnień i odpowiedzi.
- **Mechanizm edycji i gromadzenia wiedzy** – posiada wbudowany edytor zapewniający modyfikacje informacji (wiedzy) zawartych w systemie pozwalając na jego rozbudowę.

– **Mechanizm wnioskowania** – jeden z najważniejszych elementów systemu. Na podstawie wbudowanych procedur wykorzystuje zawartość bazy wiedzy do wyciągania wniosków z przesłanek i pytań zadawanych przez użytkownika, poszukuje rozwiązań problemów oraz generuje odpowiedzi i tworzy nową wiedzę. Konfrontacja taka nazywana jest sesją.
– **Mechanizm wyjaśniający** – na życzenie użytkownika umożliwia krok po kroku uzasadnienie odpowiedzi udzielonej przez system lub dlaczego zadano określone pytanie. Dzięki temu modułowi odbiorca jest w stanie zrozumieć źródło wniosków oraz potwierdzić wiarygodność systemu.

b) **Baza wiedzy** – pod względem ważności to drugi składnik systemu. Zawarte tutaj informacje dotyczące określonej dziedziny są wyekstrahowane od człowieka – eksperta i zapisane według określonego sposobu reprezentacji wiedzy. Zgromadzone w niej informacje trzymane są jako: słowniki zawierające wiedzę ogólną, typy numeryczne, modele matematyczne, zbiory zależności pomiędzy obiektami z danej dziedziny oraz wiedza zdroworozsądkowa. Ta ostatnia odwzorowuje racjonalne zachowania człowieka oraz określa reguły podejmowania decyzji.

c) **Baza danych zmiennych** – pomocnicza, relacyjna baza danych (pamięć robocza). Zapisane w niej informacje to wnioski lub fakty uzyskane podczas pracy systemu, które służą do odtworzenia sposobu wnioskowania przez mechanizm wyjaśniający.



Rys. 1. Schemat budowy i zasada działania systemu ekspertowego
Źródło: opracowanie własne.

2. Rola eksperta

Najtrudniejszym problemem dla systemów ekspertowych jest uzyskiwanie wiedzy. Stworzenie dobrej aplikacji wymaga zaimplementowania wielu algorytmów, połączenia ich w zwartą całość oraz zabezpieczenia systemu przed licznymi błędami. Zbudowanie takiego systemu nie jest rzeczą łatwą, gdyż wymaga wytężonej pracy od zespołu badawczego informatyków, inżynierów wiedzy oraz ekspertów. Liderem tworzenia największej ilości systemów ekspertowych, jakie powstały w ostatnich latach, jest USA. Proces ten wymagał bardzo licznej grupy ludzi oraz ogromnych nakładów finansowych. Często byli to pracownicy wiodących uczelni prowadzący badania nad sztuczną inteligencją.

Kluczową rolę w trakcie nauki systemu odgrywa osoba przekazująca swoją wiedzę, czyli ekspert. Aby skonstruować odpowiednią bazę informacji, musi on wziąć pod uwagę kilka istotnych faktów. W pierwszej kolejności określa obiekty, jakie należy zdefiniować oraz konstruuje relacje między nimi. Następnie ustala, w jaki sposób reguły powinny być przetwarzane oraz formułowane. Ostatnim etapem jest weryfikacja całej struktury. W tym momencie ustala, czy baza wiedzy jest przygotowana w odpowiedni sposób do wykonywania przyszłych zadań i rozwiązywania problemów.

Dlaczego interpretacja powyższych zagadnień odgrywa tak ważną rolę? Otóż ma to w przyszłości uchronić konstruktora bazy przed wprowadzaniem zmian, gdyby okazało się, że nieprawidłowe działanie systemu jest spowodowane złą konstrukcją bazy. Istnieje wówczas duże prawdopodobieństwo wystąpienia sytuacji, gdzie zniwelowanie jednej pomyłki jest powodem powstania kolejnej. Systemy ekspertowe zabezpieczają się również na taką ewentualność. W celu ograniczenia wystąpień tych przypadków stosuje się kontrolę poprawności semantycznej, a następnie automatycznie testuje poprawność danych. Wygląda to praktycznie tak samo jak „rozmowa" systemu z konstruktorem.

3. Wiedza przekazywana od eksperta

Już w latach siedemdziesiątych zauważono wysoki rozwój systemów ekspertowych oraz powiązanych z nimi formami programowania. To właśnie bazy wiedzy były głównym elementem, na który nakładano szczególny nacisk. Stały się one uznane za fundament i jednostkę systemu, od której w głównej mierze zależy poprawność uzyskiwanych odpowiedzi. Stwierdzono nawet, iż „im pełniejsza jest wiedza w niej zawarta, tym szybciej uzyskuje się rozwiązanie". Tak więc problem z posiadaniem pełnego zasobu informacji tkwi w bazie wiedzy, a nie w sposobie realizacji procesu wnioskowania systemu ekspertowego. Oznacza to, że aby stworzony program był inteligentny, dane przekazane od eksperta muszą być dobrej jakości oraz wiedza o danym przedmiocie musi być przekazana w maksymalnym stopniu.

4. Samodzielność systemu

Jedną ze zdolności, jaką musi posiadać system ekspertowy, jest możliwość wnioskowania. Wnioskowanie jest procesem myślowym, w którym na podstawie mniej lub bardziej stanowczego uznania przesłanek dochodzimy do uznania wniosku, którego dotychczas nie uznawaliśmy wcale, bądź uznawaliśmy mniej stanowczo; przy czym stopień stanowczości uznania wniosku nie przewyższa stopnia uznania przesłanek. Innymi słowy, polega na przyjęciu jednego lub kilku zdań za prawdziwe i na podstawie tych przesłanek dochodzi do przeświadczenia o prawdziwości innego zdania, czyli wyciągnięcia tzw. wniosku. Pod względem metody prowadzenia procesu wnioskowania systemy ekspertowe dzieli się na systemy z logiką:

– dwuwartościową (Boole'owską – prawda, fałsz),
– wielowartościową,
– rozmytą – szczególnie stosowaną w systemach hybrydowych opartych na logice rozmytej.

Reguły wnioskowania nazywane również dyrektywami wnioskowania, dyrektywami wiedzotwórczymi lub regułami dowodzenia to reguły logiczne poprawnego przekształcania zdań, pozwalające uznawać pewne zdania na podstawie innych, uznanych już zdań. Przykłady technik wnioskowania najczęściej stosowanych to: modus tollens, modus ponens, sylogizm hipotetyczny, transpozycja itd. Dla przykładu reguła zapisana w postaci: $(A \rightarrow B),\ A \Rightarrow$ B nazywana modus ponens oznacza, że jeżeli z przesłanki A wynika B oraz A jest prawdziwe, to przyjmujemy, że fakt B jest również prawdziwy. Aby znacznie przyspieszyć proces wnioskowania dla uproszczenia często przyjmuje się, że wystąpienie pewnego faktu w bazie wiedzy świadczy o jego prawdziwości.

Wyróżniamy trzy podstawowe typy wnioskowania:

– **w przód (progresywne, metodą indukcji)** – polega na dokonywaniu obserwacji i eksperymentów, wyprowadzaniu na ich podstawie uogólnień oraz formułowaniu hipotez i ich weryfikacji. Jest regułą, która pozwala na przejście od przypadków zaobserwowanych do twierdzeń ogólnych, obejmujących także przypadki niezaobserwowane. W systemach ekspertowych wnioskowanie indukcyjne realizuje się w następujący sposób: na podstawie dostępnych reguł i faktów generuje się nowe fakty tak długo, aż wśród nich znajdzie się postawiony cel (hipoteza). Podstawową cechą (czasami wadą) tego sposobu wnioskowania jest możliwość zwiększania się bazy faktów. Postępowanie takie umożliwia, szczególnie w przypadku baz wiedzy o niewielkiej liczbie faktów, zwiększenie ich liczby, a co za tym idzie – przyspieszenie procesu sprawdzania postawionej hipotezy. W szczególnym przypadku zjawisko to może niepotrzebnie spowodować całkowite zapełnienie pamięci operacyjnej komputera;
– **wnioskowanie wstecz** – nazywane również regresywnym, dedukcyjnym, backward chaining, goal driven. Przebieg algorytmu jest odwrotny niż w opi-

sanym wcześniej przypadku. Polega na udowodnieniu prawdziwości hipotezy głównej na postawie prawdziwości przesłanek. Przesłanki, których autentyczności nie jesteśmy pewni, traktujemy jako nową hipotezę i próbujemy ją wykazać. Jeśli w wyniku takiego postępowania zostanie wreszcie znaleziona reguła, której wszystkie przesłanki są prawdziwe, to konkluzja tej reguły jest prawdziwa. Na podstawie tego wniosku dowodzi się kolejną regułę, której przesłanka nie była poprzednio znana itd. Hipoteza wtedy jest prawdziwa, gdy wszystkie rozważane przesłanki dadzą się udowodnić. W przypadku tego wnioskowania występuje mniejsza liczba faktów, co skutkuje oszczędnością pamięci komputera. Znacznie zmniejsza się czas udowodnienia prawdziwości bądź fałszywości hipotezy głównej. Zaletą jest też niezawodność tego wnioskowania wynikająca z praw logicznych, według których ono przebiega, gdyż jeśli warunek jest prawdą, to wniosek też jest prawdą;

– **wnioskowanie mieszane** – to pewnego rodzaju porozumienie między wnioskowaniem w przód i wstecz. Polega na wykorzystaniu tzw. metareguł stanowiących metawiedzę, na podstawie której program zarządzający dokonuje odpowiedniego przełączania między różnymi typami wnioskowania. Metareguły zawierają informacje dotyczące priorytetów wyboru rodzaju wnioskowania. W zależności od sytuacji system automatycznie dobiera najbardziej odpowiedni sposób dedukcji. W przypadku przełączenia trybu wnioskowania hipotezę główną zawsze przyjmuje się tę, która została postawiona przez użytkownika. Skutkiem tego jest możliwość udzielania odpowiedzi dla każdego dowodu.

Podsumowanie

Przedstawiona w pracy koncepcja przekazywania wiedzy do systemu ekspertowego opartego na sztucznej inteligencji ma charakter informacyjny. Zintegrowane systemy komputerowe stwarzają ogromne możliwości oraz perspektywy edukacyjne i właśnie tutaj należy zwrócić uwagę na ich rozwój w praktyce szkolnej. Rozwiązanie takich problemów, jak: ocena, doradztwo, rozpoznanie, diagnoza, interpretacja faktów jest wspomagane przez system zarządzania. Tutaj właśnie bardzo istotny jest fakt, aby wiedza, którą przekazał ekspert, była bardzo dobrej jakości, ponieważ w edukacji systemy te mają często charakter doradczy. Pełnią również rolę nauczyciela i często same się uczą. Prace w tej dziedzinie są cały czas prowadzone, a proces kształcenia w systemach komputerowych jest jednym z bardziej interesujących. Technologia daje więc możliwości, które są praktycznie nie do zrealizowania w tradycyjnym systemie edukacyjnym.

Literatura

Ajdukiewicz K. (1975), *Logika pragmatyczna*, Warszawa.

Cholewa W., Pedrycz W. (1987), *Systemy Doradcze*, Skrypt Politechniki Śląskiej, Gliwice 1987.

Chromiec J., Strzemieczna E. (1994), *Sztuczna Inteligencja. Metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich*, Warszawa.

Florczyk R., Zych S. (2005), *Wprowadzenie do hybrydowego systemu ekspertowego Sphinx.*
Hajder M., Loutskii H., Stręciwilk W. (2002), *Wirtualna podróż w świat systemów i sieci komputerowych*, red. E. Ciesielska.
Mulawka J. (1996), *Systemy ekspertowe*, Warszawa.
Rusińska J. (2001), *Zastosowanie modelu wyboru strategii nauczania w systemie edukacyjnym*, Wrocław.
Serafin R., Łapuńska I. (2011), *The concept of project risk assessment with the use of inductive knowledge acquisition system*, International Masaryk Conference for Ph.D. Students and Young Researchers, Hradec Kralove: MAGNANIMITAS.

Streszczenie

W artykule przedstawiono ogólną budowę systemu ekspertowego oraz sposoby przekazywania wiedzy przez człowieka. Uwagę zwrócono również na rolę nauczyciela, a także na to, jak istotny jest proces uczenia takiego systemu w trakcie późniejszej pracy.

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja, edukacja, system ekspertowy, wnioskowanie.

Expert systems used as an intelligent platform for elearning – stages of learning

Abstract

This article presents the general structure of expert system and methods of transmitting human knowledge. Attention is also paid to role of teacher and how important is the learning process of this system during the later work.

Key words: artificial intelligence, education, expert system, inference.